



# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

TO2002 A 000859

N.

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li ..... 4 AGO. 2003

IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*

Dessa Paola Giuliano



RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA

NUMERO BREVETTO

10 2 00 2 A 00 0 859

PROSPETTO A  
3 OTT. 2002

DATA DI DEPOSITO

DATA DI RILASCIO

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

VARIAN S.P.A.

Residenza

10040 LEINI' (TO)

B. TITOLO

Stadio di pompaggio vibrante per pompe da vuoto e pompa da vuoto a stadi di pompaggio vibranti.

Classe proposta (sez./cl./sc./) -

(gruppo/sottogruppo) -

L. RIASSUNTO

L'invenzione concerne uno stadio di pompaggio vibrante micro-elettromeccanico comprendente un substrato di silicio (15) sul quale è ricavata una struttura oscillante monostrato o multistrato (27;127;227;327) ed un dispositivo di comando di detta membrana per provocarne l'oscillazione rispetto a detto substrato. L'invenzione concerne inoltre una pompa da vuoto molecolare che incorpora detto stadio.

M. DISEGNO

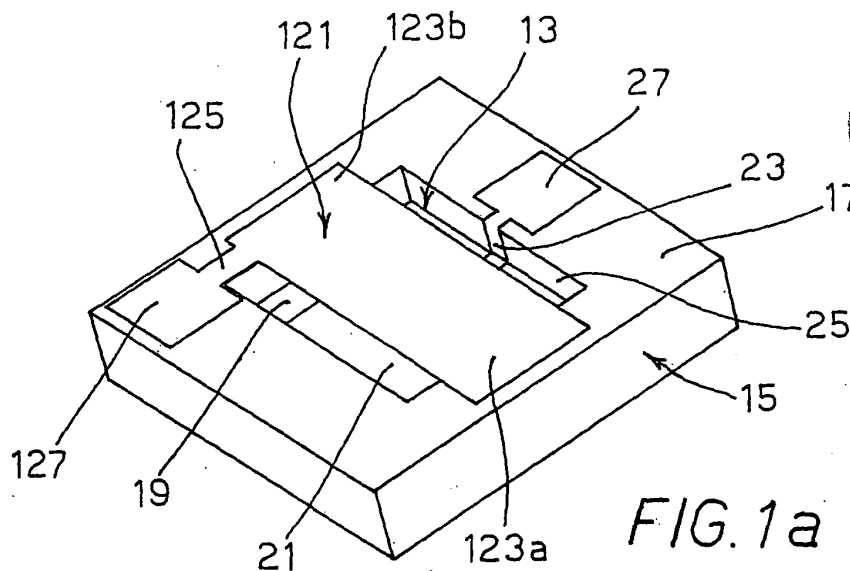
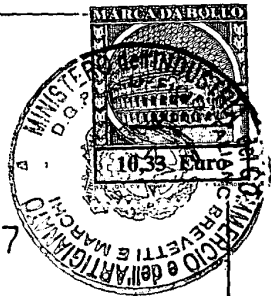


FIG. 1a



Descrizione dell'invenzione industriale avente per  
titolo: "Stadio di pompaggio vibrante per pompe da  
vuoto e pompa da vuoto a stadi di pompaggio  
vibranti";

5 a nome: VARIAN S.p.A., di nazionalità italiana, con  
sede in Via Varian, 54 - 10040 Leini (TO).

Depositata il **3 OTT. 2002** al n. **10 2002 A000859**

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto uno stadio  
10 di pompaggio vibrante per pompe da vuoto ed una pompa  
da vuoto a stadi di pompaggio vibranti.

Più precisamente, l'invenzione concerne uno  
stadio di pompaggio vibrante micro-elettromeccanico,  
ottenuto con la tecnologia utilizzata per la  
15 realizzazione di MEMS (Micro-Electro-Mechanical  
Systems).

L'invenzione riguarda inoltre una pompa da vuoto  
di tipo molecolare che sfrutta stadi di pompaggio  
MEMS vibranti.

20 Una pompa da vuoto molecolare provvista di  
elementi vibranti è nota ad esempio dal documento WO  
00/23715.

La suddetta domanda di brevetto insegna a  
realizzare una pompa da vuoto molecolare disponendo  
25 una serie di dipoli alternati all'interno di un

OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIE E PER GLI ALTRI)

*Olimpia Vergnano*

contenitore che si trova in comunicazione, da un lato con il volume da evacuare e dall'altro con l'ambiente esterno, rispettivamente attraverso una bocca di ingresso ed una bocca di uscita per il gas. Sempre  
5 secondo l'insegnamento del suddetto documento, i dipoli sono ottenuti mediante elementi piezoelettrici fissati a corrispondenti supporti solidali con la parete interna di detto contenitore.

La suddetta domanda di brevetto non fornisce  
10 tuttavia indicazioni complete sul funzionamento degli elementi vibranti e su come ottenere in concreto l'effetto di pompaggio voluto.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Alcuni tentativi di realizzare pompe da vuoto sfruttando l'insegnamento del suddetto documento  
15 hanno prodotto risultati insoddisfacenti. In particolare la richiesta di energia per la messa in funzione di una pompa da vuoto basata sul principio enunciato è risultata eccessiva rispetto ai risultati ottenibili.

20 Scopo della presente invenzione è pertanto quello di provvedere uno stadio di pompaggio micro-elettromeccanico per pompe da vuoto ed una pompa da vuoto che incorpora uno o più di tali stadi, che consentano di ottenere risultati applicabili  
25 industrialmente a costi competitivi e di ottenere

vantaggi in termini di velocità di pompaggio e rapporto di compressione.

Questi ed altri scopi sono ottenuti con lo stadio di pompaggio micro-elettromeccanico e con la pompa da vuoto come rivendicato nelle unite rivendicazioni.

Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, lo stadio di pompaggio micro-elettromeccanico a vibrazione è ottenuto con la tecnologia nota per lo sviluppo di dispositivi MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems).

10 Come noto, con il termine MEMS si intendono quei sistemi elettromeccanici miniaturizzati che integrano componenti meccanici, sensori, attuatori, e la corrispondente elettronica, a bordo di un substrato di silicio. I componenti MEMS vengono generalmente  
15 ottenuti mediante processi di microlavorazione ("micromachining") che intaccano in modo selettivo il silicio, asportando parti selezionate del wafer di silicio, o apportano nuovi strati strutturali, per formare il componente meccanico ed elettromeccanico.

20 Grazie a questa tecnologia è stato possibile realizzare sistemi completi su chip, ad esempio microattuatori.

Vantaggiosamente, la tecnologia per la realizzazione dei MEMS utilizza metodi di  
25 fabbricazione analoghi a quelli usati per i circuiti

OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

integrati e può pertanto beneficiare di analoghi livelli qualitativi, di affidabilità, sofisticazione e basso costo che contraddistingue i circuiti integrati.

5 Nel seguito verranno descritti alcuni esempi di realizzazione dell'invenzione dati a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento alle figure allegate in cui:

la Figura 1a è una vista prospettica dall'alto di  
10 una prima forma di realizzazione dello stadio di pompaggio secondo l'invenzione;

la Figura 1b è una vista in pianta dall'alto dello stadio di pompaggio di Figura 1;

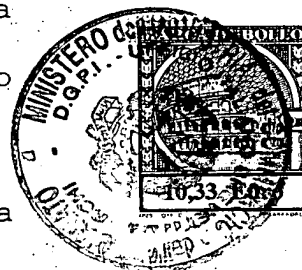
OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

la Figura 2 è una vista prospettica di una  
15 seconda forma di realizzazione dello stadio di pompaggio secondo l'invenzione;

la Figura 3 è una vista prospettica di una terza forma di realizzazione dello stadio di pompaggio secondo l'invenzione;

20 la Figura 4 è una vista frontale di una quarta forma di realizzazione dello stadio di pompaggio secondo l'invenzione;

la Figura 5 è una vista schematica di una pompa da vuoto a stadi di pompaggio vibranti secondo  
25 l'invenzione.



Con riferimento alle Figure 1a e 1b è illustrata una prima forma di realizzazione dello stadio di pompaggio micro-elettromeccanico secondo l'invenzione.

5 Secondo questa forma di realizzazione una membrana elastica piana vibrante 121 è sospesa su una cavità 13 ricavata in una base di supporto 15.

La membrana 121 presenta una forma sostanzialmente rettangolare ed è ancorata al bordo perimetrale 17 che circonda la cavità 13 sulla base di supporto 15, in corrispondenza di due porzioni di ancoraggio rettangolari 123a, 123b, adiacenti ai lati corti della membrana 121.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

15 Detta membrana 121 è inoltre dotata di un prolungamento laterale 125 che si sovrappone in parte al bordo perimetrale 17 in modo da definire una corrispondente area di contatto 127.

La base di supporto 15 è preferibilmente un substrato o wafer di silicio sul quale è ricavata, 20 con metodi convenzionali di attacco o "etching", la cavità 13.

All'interno della cavità 13, a contatto con il fondo 19, è disposto un elettrodo di comando 21 metallico il quale presenta un prolungamento laterale 25 23 ripiegato contro la parete laterale 25 della

cavità 13 che ricopre parzialmente il bordo perimetrale 17 della base di supporto 15 e definisce una corrispondente area di contatto 27.

Applicando un segnale di tensione a dette aree  
5 27,127, rispettivamente dell'elettrodo di comando 21 e della membrana 121, è possibile produrre un campo elettrico fra l'elettrodo di comando 21 e la membrana 121 che fa sì che la membrana 121 venga attratta verso l'elettrodo 21.

10 Se il segnale di tensione applicato alle due aree di contatto 27,127 viene periodicamente interrotto, si otterrà la vibrazione della membrana 121. In particolare, se detto segnale ha una forma  
sinusoidale con frequenze diverse alla frequenza di  
15 risonanza della membrana 121, la membrana 121 inizierà a vibrare alla stessa frequenza del segnale.

Per ottenere un effetto di pompaggio delle molecole di gas da parte della membrana vibrante, la membrana dovrà essere portata a vibrare a velocità  
20 molto elevate, tipicamente dell'ordine della velocità delle molecole di gas da pompare e dunque prossime o equivalenti alla velocità di risonanza della membrana.

In un esempio di realizzazione la tensione  
25 applicata ai terminali costituiti dalle aree di

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

contatto 27 e 127, rispettivamente dell'elettrodo di comando 21 e della membrana vibrante 121, sarà di circa 100V.

Materiali idonei per realizzare la membrana 121 possono essere Alluminio, Molibdeno,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , Si (single crystalline), quest'ultimo materiale essendo preferibile per ottenere maggiore velocità di vibrazione della membrana.

Le membrane realizzate in materiale dielettrico, quali  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , avranno inoltre una struttura a sandwich (dielettrico-metallo-dielettrico) in cui uno strato metallico è racchiuso fra due strati di dielettrico, in modo che la vibrazione della membrana possa essere comandata dal campo elettrico.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

In generale, membrane piccole e spesse si muoveranno più rapidamente e membrane grandi e/o spesse richiederanno maggiore energia per provocare la deflessione richiesta sulle molecole di gas circostante.

In un esempio di realizzazione dell'invenzione, la membrana 121 potrà avere una superficie di  $100\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  ed uno spessore di  $1\mu\text{m}$ .

La membrana 121 dovrà inoltre avere porzioni di ancoraggio 123a, 123b sufficientemente estese per evitare che la membrana si stacchi dalla base 15

durante le vibrazioni. Ad esempio, per le membrane di 100µm x 20µm x 1µm le zone di ancoraggio saranno preferibilmente di almeno 20µm x 20µm di superficie.

La dimensione dell'elettrodo di comando 21 sarà preferibilmente tale per cui la forza di attrazione sulla membrana 121 risulti applicata a circa il 50% della superficie della membrana, preferibilmente su una lunghezza da 25µm a 75µm nel senso della lunghezza della membrana 121 e su tutta la larghezza della membrana 121. La distanza fra la membrana 121 e l'elettrodo di comando 21 sarà inoltre compresa fra circa 5µ e 15µm a seconda del materiale impiegato e a seconda della tensione applicata alle aree di contatto dell'elettrodo 21 e della membrana 121.

OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Con riferimento alla Figura 2, in cui sono state omesse le parti uguali a quelle illustrate in Figura 1a e 1b, è illustrata una seconda forma di realizzazione dell'invenzione in cui lo stadio di pompaggio vibrante è ottenuto mediante una membrana elastica piana 221, sostanzialmente a forma di "H", comprendente due travi parallele longitudinali 221a, 221b ed una trave centrale trasversale 221c.

Analogamente alla realizzazione di cui alle Figure 1a e 1b, entrambe le travi parallele 221a, 221b sono ancorate alle rispettive estremità 223a, 223b al



bordo perimetrale 17 della base di supporto 15. La membrana ad "H" 221 risulta così sospesa sulla cavità 13 ricavata nella base di supporto 17.

Grazie a questa configurazione è possibile  
5 imprimere alla membrana ad "H" una oscillazione torsionale che consente di ottenere elevate frequenze di risonanza e ampiezze elevate.

La frequenza di risonanza torsionale infatti è molto più elevata rispetto a quella di flessione. Per  
10 esempio una membrana lunga 150µm, larga 15µm e spessa 1,5µm in alluminio avrà le seguenti frequenze di risonanza: flessione  $3,5e^5$  Hz, torsione  $2.0e^6$  Hz.

**OLIMPIA VERGNANO**  
IN PROPRIO E PER GLI ALTRI

La deflessione sulle molecole di gas circostante operata dalla trave trasversale 221c della membrana  
15 ad "H" 221 sarà pertanto amplificata rispetto al caso di membrane singole sottoposte a flessione. La trave centrale trasversale 221c dovrà preferibilmente essere leggera e sottile onde non ridurre troppo la frequenza di risonanza della struttura.

20 Riferendoci ora alla Figura 3 è illustrata una terza forma di realizzazione dell'invenzione in cui è prevista una struttura vibrante multistrato 321.

Secondo questa forma di realizzazione, la struttura 321 comprende una membrana 331  
25 sostanzialmente rigida supportata da elementi

elastici o molle di sospensione 333 sostanzialmente a forma di "S" poste sotto la membrana 331 in corrispondenza delle rispettive estremità opposte 323a, 323b.

5        Gli elementi elastici 323a, 323b saranno a loro volta ancorati ad una base di supporto rettilinea 15' sulla quale è previsto un elettrodo di comando 21' per provocare la vibrazione della struttura 321 grazie all'applicazione di un campo elettrico fra  
10    detto elettrodo 21' e la membrana 331.

Con riferimento alla Figura 4 che mostra una quarta forma di realizzazione dell'invenzione, la membrana 331 potrà essere vantaggiosamente provvista di finestre 329 in modo da attribuire alla membrana  
15    stessa una struttura a traliccio che conferisce sufficiente rigidità in modo da farla oscillare sostanzialmente parallela al piano su cui giace a riposo.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Rispetto al caso della membrana semplice (Figura  
20    1a e 1b) o ad "H" (Figura 2), con la configurazione multistrato secondo le realizzazioni di Figura 3 o 4 si otterrà vantaggiosamente che tutta la superficie della membrana 331 sarà attiva alla velocità specificata.

25        Infatti, la membrana 331 rimane sostanzialmente

piana durante l'oscillazione e, conseguentemente, l'intera superficie della membrana provocherà la stessa deflessione sulle molecole di gas, al contrario di quanto avviene per le altre due  
5 configurazioni esaminate in precedenza in cui solo una porzione limitata della membrana presenta una deflessione ottimale a causa dell'incurvamento.

Vantaggiosamente, pertanto la struttura multistrato consente di ottenere una elevata  
10 efficienza in termini di superficie vibrante attiva, essendo le zone di ancoraggio poste al di sotto della superficie oscillante.

OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

In un esempio di realizzazione, la struttura multistrato 321 potrà avere le seguenti dimensioni:

- 15 - spessore membrana 1  $\mu\text{m}$ ;
- lunghezza della superficie vibrante 15-25  $\mu\text{m}$
- lunghezza molle 2-3  $\mu\text{m}$
- spessore struttura 5  $\mu\text{m}$
- spessore molle 0.5  $\mu\text{m}$

20 Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, possono essere realizzati gruppi di pompaggio a vibrazione accoppiando una pluralità di stadi di pompaggio vibranti del tipo illustrato in precedenza. Detti stadi di pompaggio potranno ad esempio essere  
25 disposti complanari a formare configurazioni

geometriche diverse con superfici più o meno ampie,  
ad esempio discoidali, a seconda della capacità di  
pompaggio che si desidera ottenere. La distanza fra  
gli stadi di pompaggio potrà variare a seconda della  
5 tipologia di struttura vibrante e potrà essere  
dell'ordine di alcuni  $\mu\text{m}$ , ad esempio  $3\mu\text{m}$ .

Con riferimento alla Figura 5 è illustrata  
schematicamente una pompa da vuoto molecolare che  
incorpora una pluralità di stadi di pompaggio a  
10 vibrazione micro-elettromeccanici.

In Figura 5 con il riferimento 51 è indicato un  
involucro di forma cilindrica all'interno del quale  
sono disposti gruppi di pompaggio costituiti da  
elementi discoidali 55a, 55b, 55c sui quali è disposta  
15 una pluralità di stadi di pompaggio micro-  
elettromeccanici realizzati secondo una delle forme  
di realizzazione descritte con riferimento alle  
figure precedenti.

Detti gruppi di pompaggio discoidali 55a, 55b, 55c  
20 hanno un diametro inferiore a quello interno  
dell'involucro cilindrico 51 in modo da definire una  
corrispondente corona circolare libera per il  
passaggio di gas fra i dischi 55a-55c e la parete  
interna dell'involucro 51.

25 Detto involucro tubolare 51 comprende una prima

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)



estremità 53a corrispondente alla bocca di ingresso del gas da pompare, che potrà essere collegata ad un volume da evacuare, ed una seconda estremità 53b corrispondente allo bocca di uscita del gas, che  
5 potrà essere collegata all'ambiente esterno, preferibilmente attraverso una pompa di pre-vuoto.

Secondo l'invenzione, sugli elementi discoidali 55a, 55b, 55c sono definite corrispondenti superfici vibranti 57 ottenute affiancando una molteplicità di  
10 stadi di pompaggio vibranti che si muovono avanti e indietro provocando la deflessione delle molecole di gas che si trova all'interno dell'involucro 51 ed il conseguente pompaggio del gas verso la bocca di uscita 53b.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E TUTTO IL DIRITTO)

15 Vantaggiosamente, inoltre, detti dispositivi di pompaggio saranno collegati elettricamente fra loro sull'elemento discoidale 55a, 55b, 55c a costituire un'unità integrata dalla quale fuoriesce una sola coppia di conduttori per l'alimentazione elettrica.

20 Per un funzionamento ottimale della pompa da vuoto così ottenuta la velocità di vibrazione delle superfici vibranti deflettenti sarà preferibilmente dello stesso ordine della velocità di agitazione termica delle molecole di gas che si desidera pompare  
25 attraverso la pompa.

L'azione di pompaggio sulle molecole di gas da parte delle superfici vibranti è data sostanzialmente dalla variazione di direzione attribuita al percorso delle molecole all'interno dell'involucro 51.

5 Quando la superficie vibrante si muove in avanti, cioè verso l'estremità 53b di uscita del gas, essa intercetta una maggiore quantità di molecole e quando si muove all'indietro, cioè verso l'entrata, essa intercetta una minore quantità di molecole, rispetto  
10 a quando la superficie è stazionaria.

Questo fenomeno provoca un effetto di sbilanciamento tale per cui l'effetto di proiezione in avanti è più accentuato rispetto all'effetto di defocalizzazione all'indietro e si verifica un netto  
15 incremento nella probabilità di trasmissione delle molecole di gas verso l'uscita 53b.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

In una forma preferita di realizzazione la pompa molecolare comprende una serie involucri 51 in cui sono alloggiati alcuni elementi discoidali deflettori  
20 55 costituenti rispettive unità di pompaggio.

Inoltre, ciascuna unità di pompaggio 55 potrà essere comandata autonomamente e controllata da un dispositivo di comando o "feed-back" che, misurando le prestazioni della pompa, sarà in grado di far  
25 variare la velocità e l'ampiezza di vibrazione delle

superfici vibranti.

Vantaggiosamente, secondo lo schema proposto è possibile realizzare pompe da vuoto integrate nei condotti per il passaggio del gas realizzando in tal modo condotti attivi che possono assumere varie forme, anche non rettilinee, e lunghezze a seconda delle applicazioni.

Negli esempi illustrati la vibrazione della membrana è stata ottenuta sfruttando forze elettrostatiche per avvicinare periodicamente la membrana ad un elettrodo solidale con un supporto fisso; tuttavia sarà anche possibile prevedere l'impiego di campi elettromagnetici per movimentare la membrana, che consentono di creare forze maggiori.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Ovviamente potranno essere utilizzate una varietà di strutture, geometrie e materiali per la realizzazione della membrana, la scelta della migliore configurazione essendo determinata dal tipo di gas, dalla velocità di pompaggio e dal rapporto di compressione che si desidera ottenere.

-----

RIVENDICAZIONI

1. Stadio di pompaggio vibrante per pompe da vuoto, comprendente:

- una base di supporto (15);

5 - una struttura vibrante (121;221;321) ancorata a detta base di supporto (15), detta struttura vibrante comprendendo una superficie attiva mediante la quale viene provocata la deflessione delle molecole di gas circostante durante la vibrazione di detta struttura  
10 vibrante;

- un dispositivo di comando (21) disposto su detta base di supporto (15;15') per far vibrare detta struttura vibrante e, conseguentemente, provocare la deflessione di dette molecole di gas.

15 2. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 1, in cui detto stadio di pompaggio è un sistema micro-elettromeccanico MEMS.

3. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detta base di supporto (15;15') comprende  
20 un wafer di silicio.

4. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 3, in cui detto dispositivo di comando (21) è posto fra detta base di supporto (15;15') e detta struttura vibrante (121;221;321).

25 5. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 4,

OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)



in cui detto dispositivo di comando (21) è un elettrodo ed in cui fra detto elettrodo e detta struttura vibrante è prodotto un campo elettrico variabile che provoca la vibrazione di detta struttura vibrante rispetto a detta base di supporto.

6. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 5, in cui detto campo elettrico è prodotto da un segnale sinusoidale.

7. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 6, in cui detto segnale sinusoidale ha una frequenza prossima alla frequenza di risonanza di detta struttura vibrante.

8. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 5, in cui in detta base di supporto sotto detta

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

struttura vibrante è ricavata una cavità (13) che accoglie detto elettrodo.

9. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 8, in cui detta struttura vibrante è una membrana elastica piana.

10. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 9, in cui detta membrana ha una forma sostanzialmente rettangolare ed è ancorata a detta base di supporto alle due estremità (123a,123b), corrispondenti ai lati corti di detto rettangolo.

11. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 9,

in cui detta membrana ha una forma sostanzialmente ad "H" ed è ancorata alle quattro estremità (223a,223b) a detta base di supporto.

12. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 11,

5 in cui detta membrana ad "H" è sottoposta a vibrazione torsionale.

13. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 10 o 11, in cui detta membrana è ancorata a detta base di supporto in corrispondenza del bordo perimetrale

10 (17) che circonda detta cavità (13), cosicché detta membrana si trova sospesa su detta cavità.

14. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 13,

in cui detta membrana comprende un prolungamento laterale (125) che si sovrappone in parte a detto

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

15 bordo perimetrale in modo da definire una corrispondente prima area di contatto (127).

15. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 13,

in cui detto elettrodo comprende un prolungamento laterale (23) in modo da sovrapporsi parzialmente al

20 bordo perimetrale (17) di detta base di supporto (15) così da definire una corrispondente seconda area di contatto (27).

16. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 15,

in cui a dette aree di contatto è applicato detto

25 segnale di tensione per produrre un campo elettrico

variabile fra detta struttura vibrante e detto dispositivo di comando, detto campo elettrico provocando la vibrazione di detta struttura.

17. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 5,

5 in cui detta struttura vibrante comprende una membrana rigida (331) supportata da elementi elastici o molle di sospensione (333) poste fra detta membrana e detta base di supporto, detti elementi elastici essendo ancorati a detta base di supporto.

10 18. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 17, in cui detta membrana e detta base di supporto presentano una forma sostanzialmente rettilinea a parallelepipedo.

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

19. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 18,

15 in cui detti elementi elastici sono sagomati ad "S".

20. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 18,

in cui detta membrana è provvista di finestre (329) in modo da far assumere alla membrana una struttura a traliccio sufficientemente rigida in modo da farla  
20 vibrare sostanzialmente parallela al piano su cui giace a riposo.

21. Stadio di pompaggio secondo una qualunque delle rivendicazioni da 9 a 20, in cui la distanza fra detta membrana e detto elettrodo è compresa fra circa

25 5µm e 15µm.

22. Stadio di pompaggio secondo una qualunque delle rivendicazioni da 9 a 21, in cui la forza di attrazione esercitata da detto elettrodo su detta membrana per effetto di detto campo elettrico è applicata a circa il 50% della superficie di detta membrana.

23. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 9, in cui detta membrana rettangolare ha una superficie di 100x20µm ed uno spessore di 1µm.

24. Stadio di pompaggio secondo la rivendicazione 11, in cui detta membrana ad "H" è lunga 150µm, larga 15µm e spessa 1,5µm.

25. Stadio di pompaggio secondo una qualunque delle rivendicazioni da 9 a 24, in cui detta membrana è realizzata in un materiale selezionato fra Alluminio, Molibdeno, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Si (single crystalline).

**OLIMPIA VERGNANO**  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

26. Pompa da vuoto comprendente almeno uno stadio di pompaggio a vibrazione ottenuto secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti.

27. Pompa da vuoto secondo la rivendicazione 26, in cui è previsto un involucro cilindrico (51) provvisto di apertura di ingresso (53a) per il gas e di apertura di uscita (53b), in detto involucro essendo alloggiato almeno un gruppo di pompaggio a vibrazione discoidale (55).



28. Pompa da vuoto secondo la rivendicazione 27, in cui detto gruppo di pompaggio discoidale comprende una pluralità di stadi di pompaggio a vibrazione.

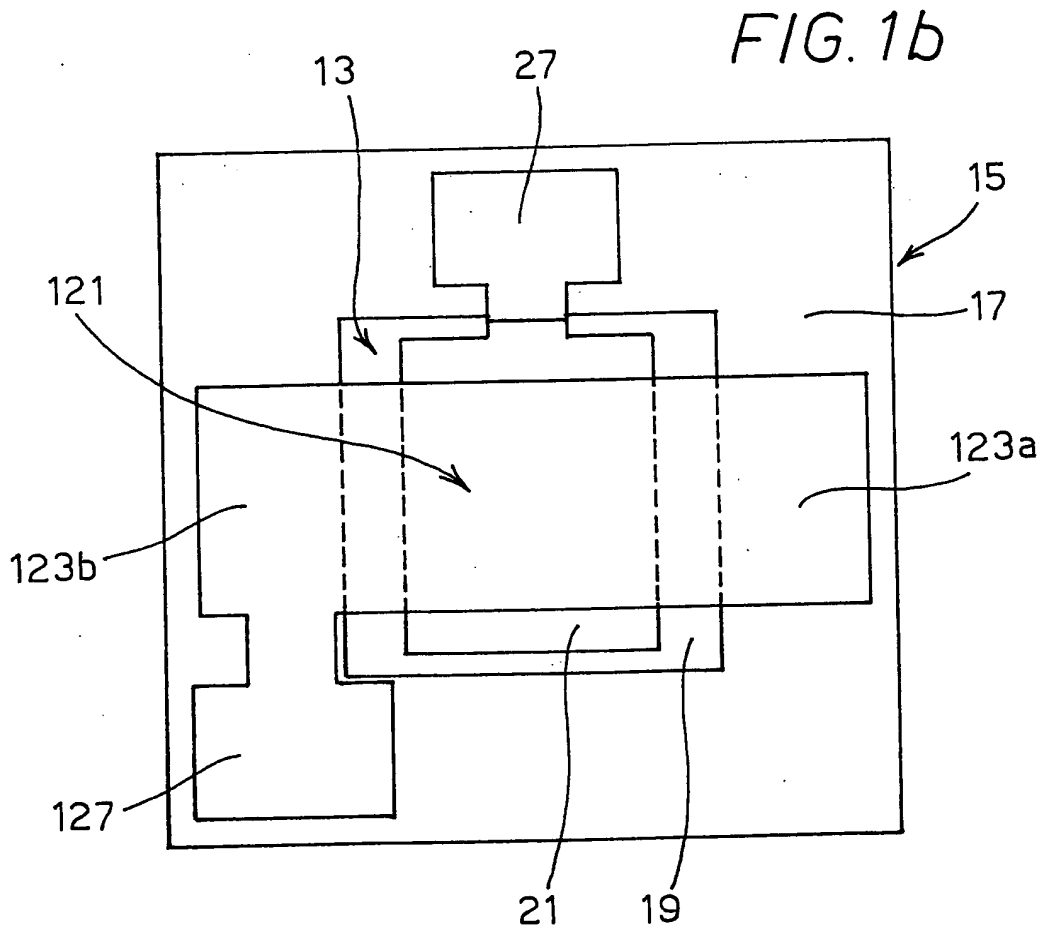
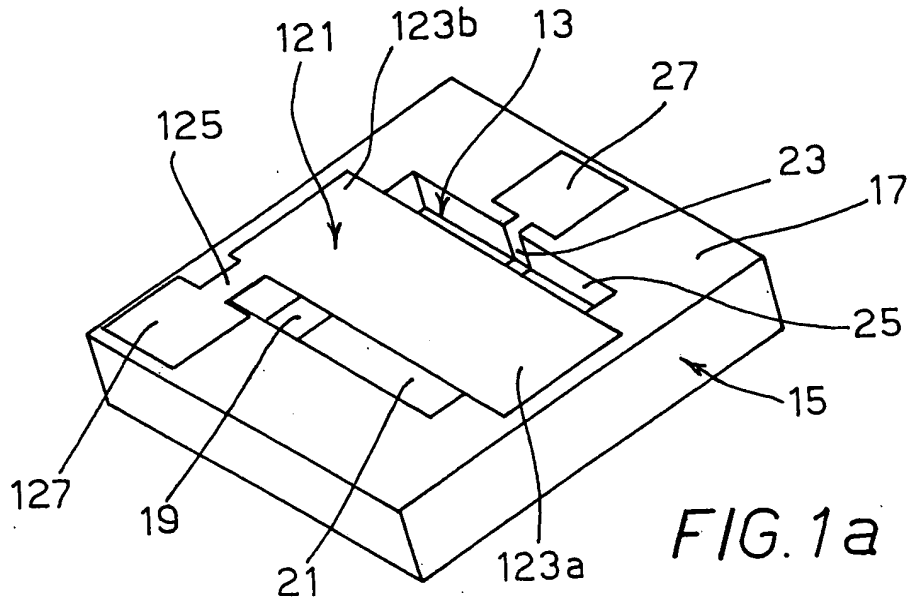
29. Pompa da vuoto secondo la rivendicazione 28, in cui detto gruppo di pompaggio (55) è disposto perpendicolare all'asse dell'involucro cilindrico (51) ed in cui fra detto disco e detto involucro è prevista una corona circolare libera per il passaggio di gas.

10 30. Pompa da vuoto secondo la rivendicazione 29, in cui detto involucro è un condotto non rettilineo per il passaggio del gas.

-----  
OLIMPIA VERGNANO  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

*Olimpia Vergnano*





*Olimpia Vergnano*  
**OLIMPIA VERGNANO**  
 (IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

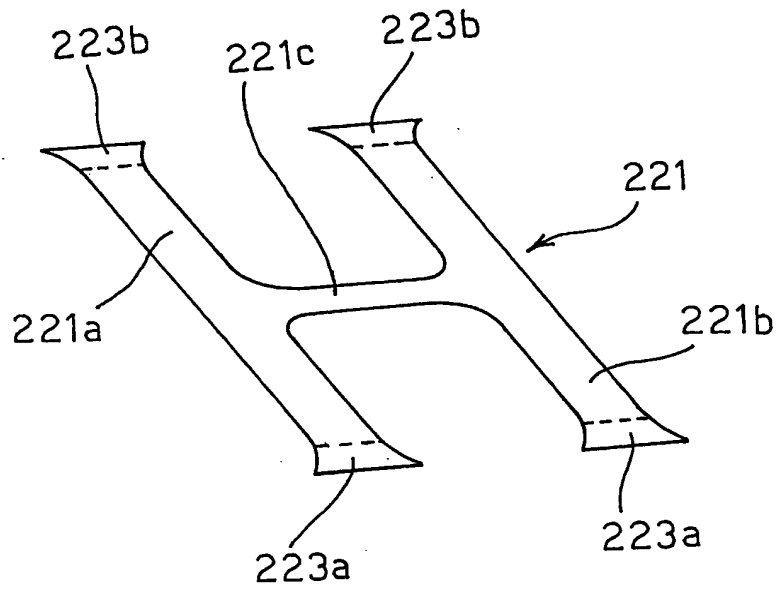


FIG. 2

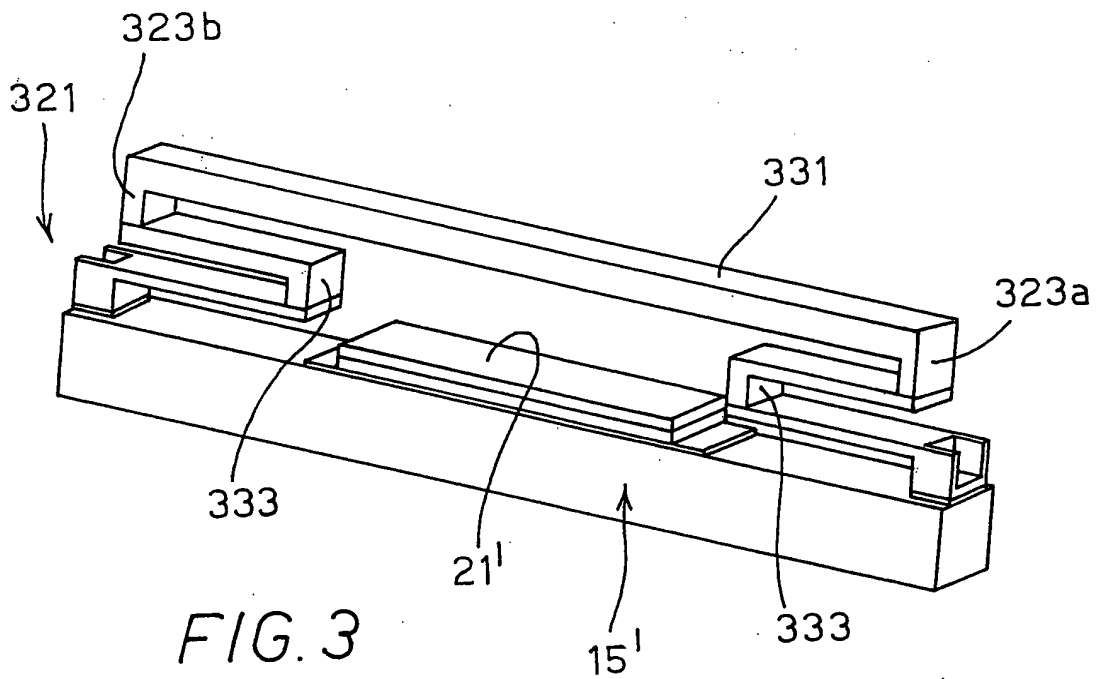


FIG. 3

OLIMPIA VERCELLI  
TORINO

OLIMPIA VERCELLI  
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

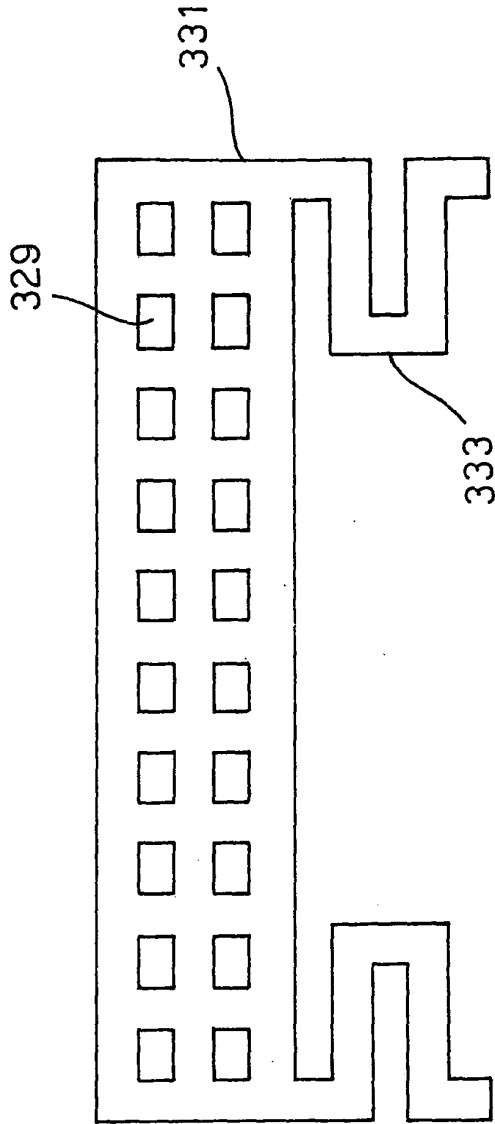


FIG. 4

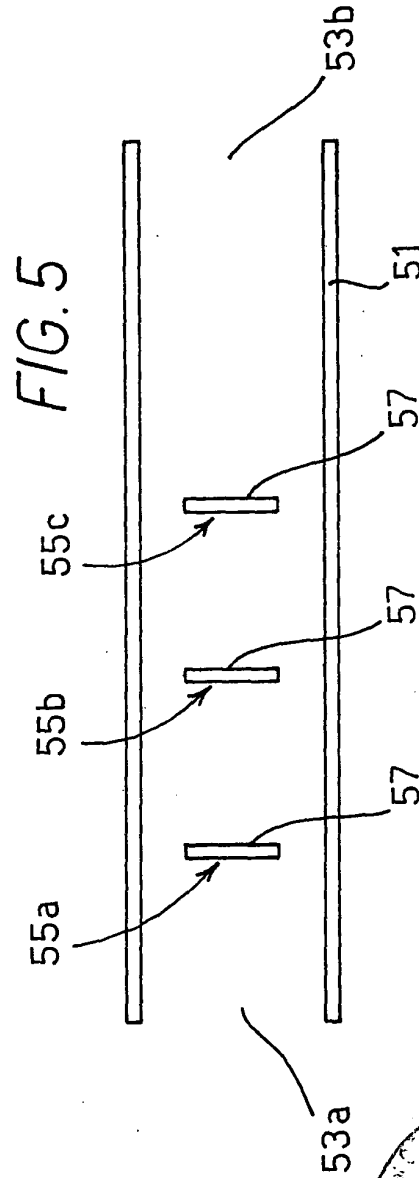


FIG. 5

